

PERANCANGAN SENSOR KONDUKTIVITAS DENGAN TEKNOLOGI FILM TEBAL (*THICK FILM*)

Nano Bagus S, Ir. M. Julius , ST. MT. dan R. Arief , ST. MT.

Sensor konduktivitas bekerja sebagai alat ukur daya hantar listrik (konduktivitas) suatu fluida. Sebagai contoh dalam dunia industri alat ini berperan penting dalam kelancaran proses, oleh karenanya ia harus dapat mengukur, mengontrol, mendeteksi dan menganalisa suatu input dengan baik dan benar. Saat ini sensor konduktivitas konvensional memiliki dimensi yang relatif besar, dan dengan harga yang cukup mahal. Berbagai usaha telah dilakukan untuk miniaturisasi sensor konduktivitas dengan menggunakan teknologi monolitik dan teknologi film tanpa mengubah fungsinya agar dapat lebih menghemat ruang dan biaya. Oleh karena itu teknologi film merupakan salah satu solusi dalam mengatasi masalah diatas.

Hasil pengujian untuk pengukuran molaritas larutan tertentu selama 60 menit secara kontinyu, maka terlihat sering terjadi perubahan beda potensial atau berfluktuasi yang meskipun tidak terlampau jauh berbeda (maksimum fluktuansi sebesar $\pm 1,3\%$ volt).

Kata kunci : Teknologi Film Tebal, Sensor Konduktivitas, Sensitivitas Sensor.

I. PENDAHULUAN

Dalam elektronika dikenal istilah mikroelektronika, yaitu suatu upaya untuk menggantikan komponen atau rangkaian pada instrumen elektronika yang ada menjadi suatu instrument yang memiliki ukuran jauh lebih kecil (skala mikro meter) dan mengintegrasikannya dalam sebuah keping chip tanpa mengurangi kemampuan kerja dari instrument elektronika tersebut. (Thin Film), sedangkan untuk teknologi IC monolitik dapat dibedakan atas teknologi IC Bipolar dan IC *Metal Oxide Semiconductor* (MOS). Gabungan dari teknologi film dan IC monolitik disebut sebagai hibrida.

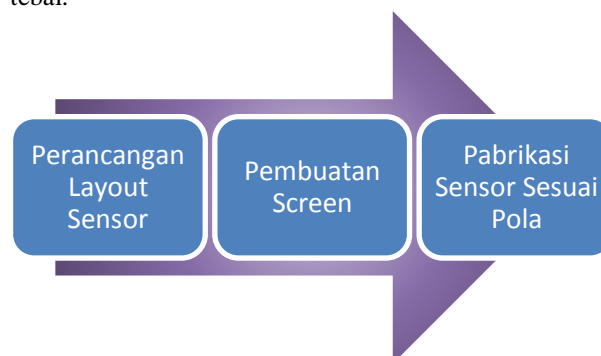
Sensor sebagai bagian dari komponen elektronika juga telah mengalami banyak perubahan dalam berbagai hal. Faktor yang mempengaruhi perkembangan sensor diantaranya adalah kebutuhan untuk mengetahui besaran tertentu misalnya

sensor konduktivitas serta adanya kemajuan mengenai pengetahuan dan teknologi akan material beserta proses pabrikasinya.

Saat ini sensor konduktivitas konvensional memiliki dimensi yang relatif besar, dan dengan harga yang cukup mahal. Berbagai usaha telah dilakukan untuk miniaturisasi sensor konduktivitas dengan menggunakan teknologi monolitik dan teknologi film tanpa mengubah fungsinya agar dapat lebih menghemat ruang dan biaya. Oleh karena itu teknologi film merupakan salah satu solusi dalam mengatasi masalah diatas.

II. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Perancangan dimulai dengan membuat blok diagram sistem. Gambar 1 menunjukkan diagram blok perancangan sensor konduktivitas dengan teknologi film tebal:



Gambar 1. Diagram Blok Perancangan Sensor Konduktivitas

Penjelasan mengenai diagram blok diatas adalah sebagai berikut:

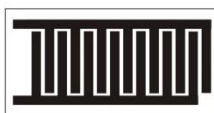
A. Perancangan Layout Dimensi Sensor Konduktivitas

Langkah awal dalam merancang sensor konduktivitas adalah mendesain bentuk serta dimensi (pola tata letak) sensor konduktivitas karena teknologi yang akan digunakan adalah *thick film* dengan teknik screen printing. Dalam mendesain pola tata letak sensor konduktivitas, perancang wajib menentukan ukuran, bentuk, dan posisi dari konduktor sesuai dengan ketentuan umum perancangan. Perancangan dilakukan dalam bidang gambar dengan ukuran 1×2 inci sesuai dengan ukuran substrat yang ada. Software yang digunakan dalam desain ini adalah Corel Draw 10. Desain pola konduktor yang sudah didesain menggunakan Corel Draw 10 kemudian dicetak.

Nano Bagus S. adalah mahasiswa program sarjana Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia (penulis dapat dihubungi melalui email: nanobagus@gmail.com).

Ir. M. Julius, ST. MT. dan R. Arief, ST. MT. adalah staf pengajar program sarjana Teknik Elektro Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

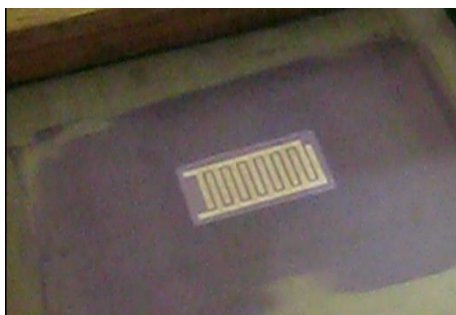
Berikut pola tata letak sesor konduktivitas yang ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Bentuk Perancangan Sensor Konduktivitas

B. Pembuatan Screen Sensor Konduktivitas

Pada proses pembuatan screen, langkah pertama adalah mempersiapkan material yang akan digunakan. Pada penelitian ini screen yang digunakan adalah screen dari bahan nylon. Kemudian screen dibersihkan dengan air yang dicampur dengan sabun untuk membersihkan dari sisa-sisa dari proses sebelumnya. Setelah bersih screen dikeringkan dan kemudian dilapisi dengan cairan campuran antara autosol dan sensitizer merata pada screen sesuai ukuran. Pada ruang gelap screen dikeringkan kemudian pola konduktor yang dirancang diletakkan pada screen dan dilapisi kaca serta ditutup dengan kain hitam pada bagian bawah screen yang selanjutnya di paparkan sinar matahari lebih kurang 15 detik [4]. Pola yang diinginkan akan terlihat samar di permukaan screen dan segera dibilas dengan air maka akan terlihat pola konduktor yang ingin dicetak. Keringkan screen dari air dan screen siap untuk digunakan mencetak konduktor. Gambar 3 menunjukkan pola sensor konduktivitas yang siap digunakan.



Gambar 3. Pola Sensor Konduktivitas Pada Screen

C. Proses Pabrikasi Bentuk Sensor Konduktivitas pada Substrat

Setelah screen dibuat, dilakukan proses pencetakan konduktor. Substrat dibersihkan dari kotoran yang menempel. Kemudian pasta konduktor disiapkan untuk dicetak menggunakan screen dan dirakel untuk meratakan ke cetakan screen. Setelah terbentuk hasil cetakan disubstrat Alumina kemudian hasil cetakan konduktor yang terdapat pada substrat Alumina di cek apakah hasil sesuai, jika tidak sesuai, maka substrat dihapus dengan cairan M3, dan jika hasil sesuai maka proses dilanjutkan dengan drying dengan suhu 150°C selama 15 menit [5]. Kemudian dilanjutkan dengan proses firing selama 7 menit. Setelah substrat diangkat dari proses firing kemudian didinginkan dengan suhu

ruangan selama 5 menit. Maka proses pembuatan konduktor dengan teknologi film tebal selesai. Sensor konduktivitas dengan teknologi film tebal dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Bentuk Sensor Konduktivitas

III. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Dalam metode elektronika terdapat tiga prinsip analisis sinyal yakni potensial, arus, dan muatan namun memungkinkan banyaknya variasi percobaan. Pengukuran konduktivitas larutan, yang sebanding dengan total konsentrasi ion yang dilepaskan, adalah salah satu contoh metode *interfacial elektrokimia* [1]. Beda potensial antara dua elektroda dan suhu larutan uji akan menjadi parameter pengujian sensor konduktivitas.

A. Pengujian Sensor Konduktivitas Dengan Larutan Uji

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah elektroda dari sensor konduktivitas yang dibuat dapat memberikan respon sesuai dengan yang diharapkan terhadap larutan dengan tingkat molaritas yang berbeda. Pengujian dilaksanakan dalam larutan NaCl dengan tingkat molaritas 0,2M; 0,4M; 0,8M; dan 1M. Berikut hasil pengukuran beda potensial dan suhu larutan yang ditunjukkan dalam Tabel 1.1-1.4

Tabel 1.1 Hasil Pengukuran Sensor Konduktivitas dengan Larutan NaCl 0,2 M

Waktu (menit)	Tegangan (volt)	Suhu (°C)
0	0,027	26,6
5	0,028	26,6
10	0,025	26,6
15	0,028	26,6
20	0,030	26,6
25	0,031	26,6
30	0,033	26,6
35	0,040	26,6
40	0,040	26,5
45	0,036	26,5
50	0,036	26,5
55	0,037	26,5
60	0,035	26,5

Tabel 1.2 Hasil Pengukuran Sensor Konduktivitas dengan Larutan NaCl 0,4 M

Waktu (menit)	Tegangan (volt)	Suhu (°C)
0	0,041	26
5	0,042	25,7
10	0,043	25,6
15	0,043	25,6
20	0,042	25,6
25	0,042	25,6
30	0,041	25,6
35	0,039	25,6
40	0,039	25,6
45	0,039	25,8
50	0,041	25,7
55	0,040	25,7
60	0,039	25,8

Tabel 1.3 Hasil Pengukuran Sensor Konduktivitas dengan Larutan NaCl 0,6 M

Waktu (menit)	Tegangan (volt)	Suhu (°C)
0	0,090	25,3
5	0,083	25,2
10	0,077	25,2
15	0,075	25,2
20	0,073	25,2
25	0,068	25,2
30	0,068	25,2
35	0,067	25,2
40	0,066	25,2
45	0,064	25,3
50	0,063	25,3
55	0,060	25,4
60	0,060	25,4

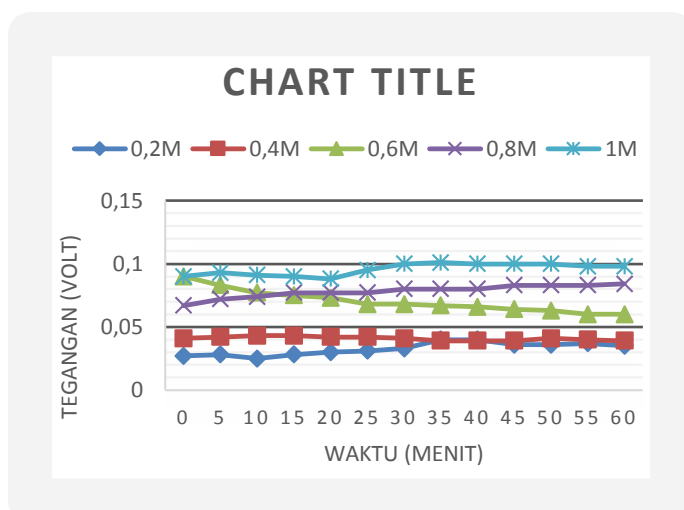
Tabel 1.4 Hasil Pengukuran Sensor Konduktivitas dengan Larutan NaCl 0,8 M

Waktu (menit)	Tegangan (volt)	Suhu (°C)
0	0,067	26,8
5	0,072	26,7
10	0,074	26,7
15	0,077	26,7
20	0,077	26,7
25	0,077	26,7
30	0,080	26,7
35	0,080	26,7
40	0,080	26,7
45	0,083	26,7
50	0,083	26,7
55	0,083	26,7
60	0,084	26,7

Tabel 1.5 Hasil Pengukuran Sensor Konduktivitas dengan Larutan NaCl 1 M

Waktu (menit)	Tegangan (volt)	Suhu (°C)
0	0,090	26,8
5	0,093	26,7
10	0,091	26,7
15	0,090	26,7
20	0,088	26,7
25	0,095	26,7
30	0,100	26,7
35	0,101	26,7
40	0,100	26,7
45	0,100	26,7
50	0,100	26,7
55	0,098	26,7
60	0,098	26,7

Gambar 5 menunjukkan grafik tegangan yang dihasilkan sebagai fungsi waktu.



Gambar 5. Grafik Pengukuran Sensor Konduktivitas

Gambar 4 memperlihatkan bahwa pengukuran tegangan yang dilakukan setelah dua puluh menit pertama relatif stabil dengan range simpangan rata-rata adalah:

- NaCl 0,2 M

$$\begin{aligned}
 dav &= \pm \frac{v_{maks} - v_{min}}{2} \\
 &= \pm \frac{0,040 - 0,030}{2} \\
 &= \pm 0,005 \text{ volt}
 \end{aligned}$$

$$dav(\%) = \pm 0,5\%$$

- NaCl 0,4 M

$$dav = \pm \frac{v_{maks} - v_{min}}{2}$$

$$= \pm \frac{0,043 - 0,039}{2}$$

$$= \pm 0,002 \text{ volt}$$

$$\text{dav}(\%) = \pm 0,2\%$$

- NaCl 0,6 M

$$\text{dav} = \pm \frac{v_{maks} - v_{min}}{2}$$

$$= \pm \frac{0,073 - 0,060}{2}$$

$$= \pm 0,0065 \text{ volt}$$

$$\text{dav}(\%) = \pm 0,65\%$$

- NaCl 0,8 M

$$\text{dav} = \pm \frac{v_{maks} - v_{min}}{2}$$

$$= \pm \frac{0,084 - 0,077}{2}$$

$$= \pm 0,0035 \text{ volt}$$

$$\text{dav}(\%) = \pm 0,35\%$$

- NaCl 1 M

$$\text{dav} = \pm \frac{v_{maks} - v_{min}}{2}$$

$$= \pm \frac{0,101 - 0,088}{2}$$

$$= \pm 0,0065 \text{ volt}$$

$$\text{dav}(\%) = \pm 0,65\%$$



Gambar 6. Pengujian Sensor Konduktivitas

BAB IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian sensor konduktivitas yang terdiri dari dua buah elektroda maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari pengujian pengukuran molaritas larutan tertentu selama 60 menit secara kontinyu, maka terlihat sering terjadi perubahan beda potensial atau berfluktuasi, hal ini anatar lain diebabkan oleh :
 - a. Perubahan suhu ruangan dalam pengujian tidak terlalu besar namun berpengaruh terhadap beda potensial
 - b. Perubahan posisi sensor berpengaruh terhadap beda potensial yang dihasilkan elektroda. (maksimum mencapai $\pm 0,060\text{v}$).
 - c. Proses pabrikan sensor konduktivitas juga mempengaruhi baik tidaknya sensitivitas sensor terhadap perubahan molaritas larutan.
2. Sensor konduktivitas yang diproduksi dengan teknologi film tebal memberikan respon terhadap perubahan molaritas dari larutan uji.
3. Sensor konduktivitas yang diproduksi dengan teknologi film tebal memiliki waktu transient sebesar ± 20 menit sebelum mencapai keadaan steady state.

B. Saran

Dalam penelitian ini masih banyak terdapat kekurangan yang diharapkan dapat lebih diempurnakan dengan melakukan penelitian lebih lanjut. Beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- a. Jumlah sample larutan perlu diperbanyak agar sensitivitas terhadap perbedaan molaritas larutan lebih terlihat jelas dan dapat menentukan besarnya range pengukuran sensor konduktivitas.
- b. Seluruh pengujian sebaiknya dilakukan pada suhu ruangan tertentu dan usahakan suhu konstan hingga akhir pengujian.
- c. Untuk mempermudah pembacaan konduktivitas larutan maka perlu dibuat perangkat penampil digital.
- d. Fluktuasi tegangan yang terjadi pada sensor konduktivitas dalam aplikasinya dapat diatasi dengan menggunakan rangkaian pengkondisi sinyal dan rekayasa software perangkat aplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] David Harvey. 2000. *Modern Analytical Chemistry*. 1ST Edition. United State Of America. Mc Graw-Hill Companies, Inc. .
- [2] Malis Joko. 2010. *Prinsip Kerja Conductivity Sensor Dalam Pengukuran Daya Hantar Listrik Suatu Fluida (Aplikasi PT. Riau Andalan Pulp And Paper)*. Jurusan Teknologi Instrumentasi Pabrik Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara.
- [3] Malkom R. Haskard. 1998. *Thick Film Hybrids*. Prentice Hall Of Australia Pty Ltd.
- [4] Julius St, M. 1993. *Sablon Screen Printing*. UPT Penerbitan FT-UB. Malang.
- [5] Julius St, M.1997. *Laporan Akhir Pembuatan Laboratorium Teknologi Film Tebal Sarana Miniatur Rangkaian Elektronika*. Jurusan Teknik Elektro-Fakultas Teknik-Universitas Brawijaya. Malang.
- [6] Julius St. M. *Hibrida Film Tebal Untuk Pengecilan Rangkaian Elektronika*. ELEKTRO-INDONESIA-PII No.12 Th.III, September 1996.
- [7] Robah Ari Mustaghfirotur. 2010. *Perancangan Alat Ukur Konduktivitas Pada Proses Penyulingan Air Garam Untuk Konsumsi Air Minum*. Skripsi Jurusan Fisika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri.
- [8] S. Leppavouri. 1979. *New Thick Film Sensors*. Microelectronics Laboratory University Of Uolo.